

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-007464

(43)Date of publication of application : 10.01.2003

(51)Int.Cl. H05B 33/10  
C23C 14/12  
C23C 14/24  
H05B 33/14

(21)Application number : 2002-121952

(71)Applicant : EASTMAN KODAK CO

(22)Date of filing : 24.04.2002

(72)Inventor : VAN SLYKE STEVEN A  
SHORE JOEL D  
PIGNATA ANGELO G

(30)Priority

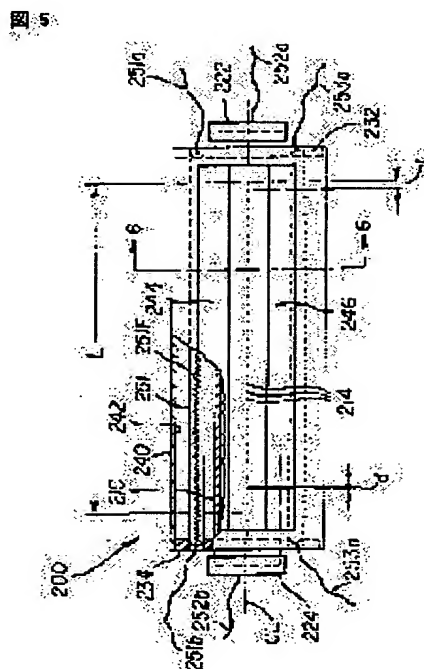
Priority number : 2001 843489 Priority date : 26.04.2001 Priority country : US

**(54) ORGANIC LAYER EVAPORATION EQUIPMENT**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce waste of an organic material at the time of evaporation of an organic layer to a substrate or a structure body by making a tubular evaporation source can be arranged while being able to have comparatively narrow interval with the substrate or the structure body.

**SOLUTION:** a) Including a housing, which delimits a chamber, b) and including the tubular thermophysical evaporation source arranged in the chamber being isolated from a evaporated structure body, c) the tubular thermophysical evaporation source delimits a line-like opening part, which is prolonged even inside of a cavity, and the line-like opening part is arranged so that the evaporated organic material may deposit on the structure body in a evaporation zone. d) Including a means for heating as possible to control the tubular evaporation source in order to make steam form at the speed controlled by the organic material, the steam is distributed in whole of the cavity, and goes away at the controlled speed through the line-like opening from the cavity. And e) a means for providing relative alignment movement between the tubular evaporation source and the structure body, which is prepared so that the organic material steam in the evaporation zone may form a evaporation organic layer with uniform thickness on the structure body, is included.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-7464

(P2003-7464A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 5 B 33/10		H 0 5 B 33/10	3 K 0 0 7
C 2 3 C 14/12		C 2 3 C 14/12	4 K 0 2 9
	14/24	14/24	C
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-121952(P2002-121952)  
(22) 出願日 平成14年4月24日 (2002.4.24)  
(31) 優先権主張番号 09/843489  
(32) 優先日 平成13年4月26日 (2001.4.26)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000846  
イーストマン コダック カンパニー  
アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ  
チェスター, ステイト ストリート343  
(72) 発明者 スティーブン エー バン スライク  
アメリカ合衆国, ニューヨーク 14534,  
ピッツフォード, サンセット ブールバ  
ード 16  
(74) 代理人 100077517  
弁理士 石田 敬 (外4名)

最終頁に続く

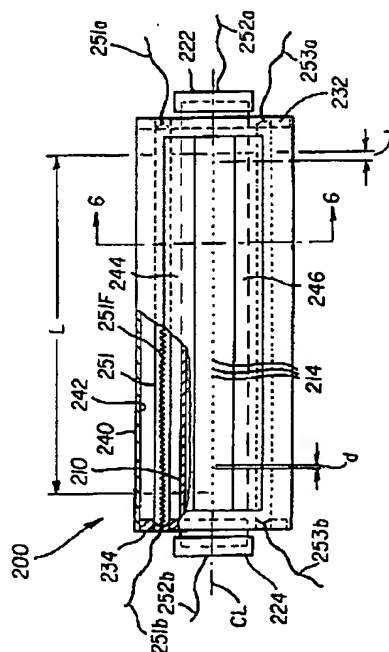
(54) 【発明の名称】 有機層蒸着装置

(57) 【要約】

【課題】 有機発光デバイス製造用の有機層蒸着装置を改良すること。

【解決手段】 a) チャンバを画定するハウジングを含み、b) チャンバ内に被蒸着構造体から隔離して配置された管状熱物理蒸着源を含み、c) 管状物理蒸着源はキャビティの内部にまで延在するライン状開口部を画定し、ライン状開口部は、気化した有機材料が蒸着ゾーン内の構造体の上に堆積するように配置されており、d) 有機材料に制御された速度で蒸気を形成させるために管状蒸着源を制御可能に加熱するための手段を含み、蒸気は、キャビティ中の全体に分布し、かつ、キャビティからライン状開口部を通して制御された速度で出ていき、そしてe) 蒸着ゾーン内の有機材料蒸気が構造体の上に厚さの均一な蒸着有機層を形成するように管状蒸着源と構造体との間に相対線形移動を提供するための手段を含むことを特徴とする有機層蒸着装置。

図 5



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有機発光デバイスの一部を提供する構造体の上に有機層を蒸着するための装置であって、

a) チャンバを画定するハウジング、及び該チャンバに連結された、該チャンバの内部を減圧するためのポンプを含み、該構造体は該チャンバ内の蒸着ゾーンに配置され、

b) 該チャンバ内に該構造体から隔離して配置された管状熱物理蒸着源を含み、該蒸着源は気化すべき有機材料を受容するためのキャビティを画定し、該有機材料の蒸気圧は該チャンバ内の減圧よりも実質的に高く、

c) 該管状物理蒸着源は該キャビティの内部にまで延在するライン状開口部を画定し、該ライン状開口部は、気化した有機材料が該蒸着ゾーン内の該構造体の上に堆積するように配置されており、

d) 該有機材料に制御された速度で蒸気を形成させるために該管状蒸着源を制御可能に加熱するための手段を含み、該蒸気は、該キャビティ中の全体に分布し、かつ、該キャビティから該ライン状開口部を通して制御された速度で出ていき、そして

e) 該蒸着ゾーン内の該有機材料蒸気が該構造体の上に厚さの均一な蒸着有機層を形成するように該管状蒸着源と該構造体との間に相対線形移動を提供するための手段を含む、ことを特徴とする装置。

【請求項 2】 有機発光デバイスの一部を提供する構造体の上に有機層を蒸着するための装置であって、

a) チャンバを画定するハウジング、及び該チャンバに連結された、該チャンバの内部を減圧するためのポンプを含み、該構造体は該チャンバ内の蒸着ゾーンに配置され、

b) 該チャンバ内に該構造体から隔離して配置された管状熱物理蒸着源を含み、該蒸着源は気化すべき有機材料を受容するためのキャビティを画定し、該キャビティは長さ寸法と高さ寸法とを有し、該有機材料の蒸気圧は該チャンバ内の減圧よりも実質的に高く、

c) 該管状物理蒸着源は該キャビティの内部にまで延在するライン状開口部を画定し、該ライン状開口部の長さ寸法は該キャビティの高さ寸法の 3 倍以上大きく、該ライン状開口部は有機材料を該蒸着ゾーン内の該構造体の上に堆積させ、

d) 該有機材料に制御された速度で蒸気を形成させるために該管状蒸着源を制御可能に加熱するための手段を含み、該蒸気は、該キャビティ中の全体に分布し、かつ、該キャビティから該ライン状開口部を通して制御された速度で出ていき、そして

e) 該蒸着ゾーン内の該有機材料蒸気が該構造体の上に厚さの均一な蒸着有機層を形成するように該管状蒸着源と該構造体との間に相対線形移動を提供するための手段を含む、ことを特徴とする装置。

【請求項 3】 該管状蒸着源において形成された該ライ

ン状開口部の上に別の開口部を画定するヒートシールドをさらに含む、請求項 2 記載の装置。

【請求項 4】 該管状蒸着源が比較的伝熱性の高い金属を含み、かつ、円形横断面、楕円形横断面又は多角形横断面を有する、請求項 3 記載の装置。

【請求項 5】 該管状蒸着源を制御可能に加熱するための手段が該管状蒸着源と該ヒートシールドとの間に間隔を置いて配置された複数のヒートランプを含み、該ヒートランプは並列又は直列で電気接続されており、そして制御可能なソース電源により提供される電力によって加熱される、請求項 3 記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、有機発光デバイスの製造において有機層を物理蒸着することに関する。より詳細には、本発明は、このような有機層を熱物理蒸着するための線形管状蒸着源を含む装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 有機発光デバイスは、有機エレクトロルミネセントデバイスとも呼ばれているが、2 以上の有機層を第 1 電極と第 2 電極との間に挟み込んで構築することができる。従来構成のパッシブ型有機発光デバイス (OLED) では、ガラス基板のような透光性基板の上に第 1 電極として複数の透光性アノード、例えば、インジウム錫酸化物 (ITO) アノードを、横方向に間隔を置いて並べて形成する。次いで、2 以上の有機層を、減圧 (典型的には  $10^{-3}$  Torr 未満に) 保持されたチャンバ内で、それぞれの蒸着源からそれぞれの有機材料を続けて蒸着することにより形成する。これら有機層の最上部のものの上に、第 2 電極として複数のカソードを横方向に間隔を置いて並べて蒸着する。

【0003】 このような従来のパッシブ型有機発光デバイスは、特定のカラム (アノード) と、順次方式で各ロウ (カソード) との間に電場 (駆動電圧とも呼ばれる) を印加することにより動作する。アノードに対してカソードを負にバイアスすると、カソードとアノードの重なり領域により画定された画素から光が放出され、そして放出された光はアノードと基板を通して観測者に到達する。

【0004】 アクティブ型有機発光デバイス (OLED) では、対応する透光部に接続されている薄膜トランジスタ (TFT) によって第 1 電極としてアレイ状のアノードが設けられる。2 以上の有機層は、上述したパッシブ型デバイスの構築法と実質的に同様に、蒸着法により続けて形成される。有機層の最上部のものの上には、第 2 電極として、共通のカソードを蒸着する。アクティブ型有機発光デバイスの構成及び機能については米国特許第 5,550,066 号に記載されており、これを参照することによりその開示内容を本明細書の一部とする。

【0005】 有機発光デバイスを構築する上で有用とな

る有機材料、蒸着有機層の厚さ、及び層構成については、例えば、米国特許第4,356,429号、同第4,539,507号、同第4,720,432号及び同第4,769,292号に記載されており、これらを参照することによりその開示内容を本明細書の一部とする。

【0006】熱物理蒸着法は、基板や構造体に、容器に保持されている材料（蒸着源）を、これをその材料が（蒸発又は昇華により）気化する温度にまで加熱することにより、被覆する技法として周知である。当該蒸気は、蒸着源を出発し、そして当該材料の層を被覆すべき基板や構造体の上に凝縮する。

【0007】無機材料、金属及び合金、並びに有機材料を熱物理蒸着するための蒸着源の構成としては様々なものが企図され、又は市販されている。このような公知の蒸着源は、特定の用途、例えば、構造体の金属化、有機保護層の加工、又は構造体表面への無機層の堆積、に向けた設計がなされている場合が多い。

【0008】有機材料の熱物理蒸着、とりわけ有機発光デバイスを製造する上で有用な有機材料の熱物理蒸着には、困難な点がいくつかある。このような有機材料は、比較的分子構造が複雑な上、分子結合力が弱いものもあるため、当該有機材料が気化過程で分解しないように注意しなければならない。さらに、有機材料の多くは比較的伝熱性が低く、とりわけ粉末状やフレーク状の場合には一段と低くなるため、従来の蒸着源では、有機材料の加熱が空間的に不均一となり、これに伴ない有機材料の気化が空間的に不均一となり、したがって基板又は構造体の上に形成される蒸着有機層が不均一となる可能性があるという理由で、従来の蒸着源の実用性は限定的である。

【0009】このような有機層の潜在的不均一性は、比較的寸法や面積の大きな基板や構造体に1以上の有機層を被覆すべき場合には一層顕著となり、場合によっては有害にさえなる。

【0010】比較的寸法の大きな基板や構造体の表面に厚さの均一なコーティング又は層を設けるための十分に確立された方法は、蒸着源を基板から垂直方向において比較的距離を置いて隔離し、そして該蒸着源を該基板の中心に関して横方向にオフセットするように、蒸着源を基板に対して配置することに基づくものである。次いで、基板又は構造体を、多くの場合いわゆる遊星移動又は軌道移動で回転させ、そして蒸着を開始する。一般に、層厚の均一性は、蒸着源と被覆対象の基板の中心との間の横方向のオフセットが、該蒸着源の中心が、回転する基板の外縁部とほぼ一致する距離に至るまでは、増加するのに伴い高くなる。

【0011】上述の方法の欠点に、蒸着源により気化されるべき材料の多くが、蒸着チャンバの別の部位に形成された堆積物の形態で浪費されることがある。こうした材料の浪費は、出発材料のコストが比較的低い場合には

許容できるかもしれない。しかしながら、例えば、有機発光デバイスの有機層を形成するために比較的高価な高純度で比較的複雑な有機材料を使用する場合には、このような材料の浪費が重大な問題となる。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、有機発光デバイスの製造において有機層を熱物理蒸着するための装置を提供することにある。本発明の別の目的は、有機発光デバイスの一部として構造体の上に有機層を形成するための装置を提供することにある。本発明のさらに別の目的は、有機発光層の製造において有機層を形成するための管状熱物理蒸着源を提供することにある。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明のこれらその他の目的は、有機発光デバイスの一部を提供する構造体の上に有機層を蒸着するための装置であって、

a) チャンバを画定するハウジング、及び該チャンバに連結された、該チャンバの内部を減圧するためのポンプを含み、該構造体は該チャンバ内の蒸着ゾーンに配置され、

b) 該チャンバ内に該構造体から隔離して配置された管状熱物理蒸着源を含み、該蒸着源は気化すべき有機材料を受容するためのキャビティを画定し、該有機材料の蒸気圧は該チャンバ内の減圧よりも実質的に高く、

c) 該管状熱物理蒸着源は該キャビティの内部にまで延在するライン状開口部を画定し、該ライン状開口部は、気化した有機材料が該蒸着ゾーン内の該構造体の上に堆積するように配置されており、

d) 該有機材料に制御された速度で蒸気を形成させるために該管状蒸着源を制御可能に加熱するための手段を含み、該蒸気は、該キャビティ中の全体に分布し、かつ、該キャビティから該ライン状開口部を通して制御された速度で出ていき、そして

e) 該蒸着ゾーン内の該有機材料蒸気が該構造体の上に厚さの均一な蒸着有機層を形成するように該管状蒸着源と該構造体との間に相対線形移動を提供するための手段を含む、ことを特徴とする装置によって達成される。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】有機発光デバイス(OLED)の層厚寸法はマイクロメートル以下の範囲にある場合が多い一方、横方向のデバイス寸法を表す特徴は50〜500ミリメートルの範囲にある場合があるため、当該図面は当然に略図的性質のものである。また、管状蒸着源の各種実施態様についても、開口部の大きさ及び中心間距離を比例拡大・縮小することが困難である点で、略図である。したがって、当該図面は、寸法の正確さを求めるといよりは、視認性の良さを求めて比例拡大・縮小されている。

【0015】用語「基板」は、透光性支持体の上に、予め複数の第1電極（アノード）を横方向に間隔を置いて並べて形成しておいたものを意味する。このような基板

はパッシブ型OLEDの前駆体となる。用語「構造体」は、一度蒸着有機層の一部を受容した基板を記述し、またパッシブ型前駆体とは区別されるべきアクティブ型アレイを示す。

【0016】図1に、各種層を示すため要素の一部を剥ぎ取ったパッシブ型有機発光デバイス(OLED)10の略透視図を示す。透光性基板11の表面に、横方向に間隔を置いて並べられた複数の第1電極12(アノードとも呼ばれる)が形成されている。詳しく後述するように、有機正孔輸送層(HTL)13と、有機発光層(LEL)14と、有機電子輸送層(ETL)とが物理蒸着法により逐次形成されている。横方向に間隔を置いて並べられた第2電極(カソードとも呼ばれる)は、有機電子輸送層15の上に、該第1電極12と実質的に直交する方向において形成されている。当該構造物の環境の影響を受ける部分を封入体又はカバー18でシールすることにより、OLED完成品10が提供される。

【0017】図2に、比較的多数の有機発光デバイスを製造するのに適した装置であって、緩衝ハブ102及び移送ハブ104から延在する複数のステーション間で基板又は構造体を輸送又は移送するための自動化手段又はロボット手段(図示なし)を使用する装置100の略透視図を示す。ハブ102、104の内部及びこれらのハブから延在する各ステーションの内部の減圧は、ポンプ口107を介して真空ポンプ106が提供する。装置100の内部の減圧は、圧力ゲージ108が指示する。当該圧力は約 $10^{-3} \sim 10^{-6}$  Torrの範囲内とすることができる。

【0018】該ステーションには、基板又は構造体を装填するための装填ステーション110、有機正孔輸送層(HTL)を形成するための蒸着ステーション130、有機発光層(LEL)を形成するための蒸着ステーション140、有機電子輸送層(ETL)を形成するための蒸着ステーション150、複数の第2電極(カソード)を形成するための蒸着ステーション160、構造体を緩衝ハブ102から移送ハブ104(これが順に保存ステーション170を提供する)へ移送するための取出ステーション103及び該ハブ104に接合口105を介して連結されている封入ステーション180が含まれる。これらステーションの各々は、それぞれハブ102及び104の中に延在する開放口を有し、そして各ステーションは、洗浄用、材料補充用、及び部品交換・修理用のステーションへのアクセスを提供するための真空シールされたポート(図示なし)を有する。各ステーションは、チャンバを画定するハウジングを含む。

【0019】図3は、図2の分断線3-3に沿って切断された装填ステーション110の略断面図である。装填ステーション110は、チャンバ110Cを画定するハウジング110Hを有する。該チャンバの内部には、予め第1電極12を形成しておいた複数の基板11(図1

参照)を担持するように設計されたキャリア111が配置されている。複数のアクティブ型構造体を支持するための別のキャリア111を提供することもできる。キャリア111は、取出ステーション103及び保存ステーション170においても提供されることができる。

【0020】図4(A)及び(B)に、それぞれ単一OLEDデバイス基板11A及び多重デバイス基板11Bが略平面図で示されている。単一OLEDデバイス基板11Aの表面には、例示目的につき、該基板の幅寸法S2に平行に、或いは長さ寸法S1に垂直に、延在するものとして図示されている、複数の第1電極又はアノード12Aが配置されている。

【0021】多重デバイス基板11Bは、例示目的につき、11B-1(第1デバイス基板)、11B-2、11B-3...11B-9(第9デバイス基板)で示された同一離間間隔の9枚のデバイス基板を有するものとして示されている。スクライプ・アンド・ブレイクライン11B(x;y)が破線で示されている。例えば、図2のOLED装置100において製造完了後、ライン11B(x;y)に沿って基板をけがいて破断することにより、複数のOLEDが提供される。デバイス基板11B-1~11B-9の各々は、多重デバイス基板11Bの幅寸法S4に平行に、或いはその長さ寸法S3に垂直に、延在する複数の第1電極又はアノード12Bを有する。

【0022】長さ寸法は任意の寸法とすることができる。OLED装置100は、選定された寸法を有する基板又は構造体の上に形成される蒸着層を操作し、配置し、提供し、またデバイス用封入を提供するように適合させることができる。

【0023】幅寸法S2及びS4は、ここでは、長方形輪郭の基板11A及び11Bを提案しているように示されているが、正方形基板を選択することも可能であることは認識されよう。

【0024】基板11A及び11Bは、典型的には、予め基板表面にそれぞれインジウム錫酸化物(ITO)第1電極、すなわちアノード12A及び12Bを形成させたガラス基板である。

【0025】図5に管状熱物理蒸着源アセンブリ200の部分切断平面図を、そして図6に、図5の分断線6-6に沿って切り取った該アセンブリの略断面図をそれぞれ示す。アセンブリ200は、シリンダ形管状蒸着源210と、ヒートシールド支持体232及び234により該蒸着源から隔離されたヒートシールド240と、該管状蒸着源210と該ヒートシールド240との間で軸方向に延在するヒートランプ251、252及び253とを含み、該ヒートランプはヒートシールド支持体232及び234によって所定の位置に保持される。管状蒸着源はまた、線形蒸着源とも呼ばれる。ヒートシールド支持体232及び234は、セラミック材料や石英のような断熱性かつ電気絶縁性の材料で構成されることが好ま

しい。これらのヒートシールド支持体は、該管状蒸着源の両軸端の近くに固定されている。シリンダ形管状蒸着源 210 の両軸端にエンドキャップ 222 及び 224 を封止係合することにより、封止された管状蒸着源はキャビティ 212 を画定する。管状蒸着源 210 とエンドキャップ 222 及び 224 との間の封止係合は、嵌合ネジ（図示なし）、差込締結（図示なし）その他の着脱可能な封止手段によって提供され、必要に応じて、キャビティ内の有機材料を補充したり、キャビティ 212 を洗浄したりするためのアクセスが提供される。キャビティ 212 は高さ寸法 H（管状蒸着源 210 がシリンダ形横断面を有する場合にはその内径）を有し、そして該キャビティは、エンドキャップ 222 及び／又は 224 の一方又は双方を取り外すことにより導入された有機正孔輸送材料装填物 13a を含有する。

【0026】管状蒸着源 210 に形成されたライン状開口部 214 はキャビティ 212 の中にまで延在する。ライン状開口部は長さ寸法 L（該ライン内の第 1 開口部の先端から最終開口部の後端まで）を有し、これはキャビティ 212 の高さ寸法の 3 倍以上の大きさである。開口部 214 は、直径 d 及び中心間距離又はピッチ l を有する円形開口部である。

【0027】ヒートランプ 251、252 及び 253 は、例えば図 5 に示したフィラメント 251F のような中心フィラメントを有する線形ヒートランプである。このようなヒートランプは多くの供給業者から市販されており、石英タングステンハロゲンランプ、ハロゲン石英ランプ又は管状石英ハロゲンランプと呼ばれている。各ヒートランプは、電源へ接続するためのランプリード線を 2 本有する。例えば、ヒートランプ 251 はランプリード線 251a 及び 251b を有し、ヒートランプ 252 はランプリード線 252a 及び 252b を有し、そしてヒートランプ 253 はランプリード線 253a 及び 253b を有する。これらのランプリード線は、三つのランプの電気接続を並列又は直列で可能とする。電圧を印加すると、当該ヒートランプがシリンダ形管状蒸着源 210 を加熱し、有機材料 13a の一部が気化して有機材料蒸気を形成し、これがキャビティ 212 の全体に均一に展開し、そしてライン状開口部 214 を通ってキャビティから出ていく。これについては図 9 を参照しながら詳しく説明する。

【0028】ヒートシールド 240 は、例えば、当該ヒートランプに向けた熱反射性表面 242 を有するアルミニウムのような金属で構成することができる。ヒートシールド末端部 244 及び 246 は、当該ライン状開口部 214 が露呈するように付形されている。

【0029】アセンブリ 200 は、中心線 CL に関して実質的に対称に配置されている。3 本のヒートランプは例示であり、ヒートランプの使用数が増減可能であることは理解される。シリンダ形管状蒸着源 210 は、例え

ば、銅のような伝熱性の高い金属で構成されることが好ましい。

【0030】図 5 及び図 6 の管状熱物理蒸着源アセンブリ 200 を図 2 の有機 HTL 蒸着ステーション 130 において応用することについては、図 7 を図 8 と共に参照することにより一層よく理解することができる。図 7 は、図 2 の分断線 7-7 に沿って切り取られた HTL 蒸着ステーション 130 の略断面図であって、図 4 (B) の基板 11B と、当該ステーション 130 のハウジング 130H によって画定されたチャンバ 130C の内部に配置されたアセンブリ 200 とを示すものである。図 8 は、当該チャンバ 130C の一部の略上面図であって、アセンブリ 200 が、「留置」位置「I」から前方移動「F」すること及び「留置」位置「I」まで後方移動「R」することを示すものである。

【0031】管状蒸着源アセンブリ 200 が実線で示した「留置」位置にあるときに、ホルダ 131 で支持されているフレームマスク 131FM に、図 2 の OLED 装置 100 の緩衝ハブ 102 からロボット手段によって、基板 11B（又は構造体 11）を挿入する。

【0032】後述するように管状蒸着源 210 を動作させ制御することにより、該管状蒸着源アセンブリが「留置」位置に留まっている間に、有機正孔輸送材料の蒸気 13v がキャビティ 212 からライン状開口部 214 を通って出てくる。この位置では、回転可能なセンサ支持体 320 の上に配置されたセンサ 301 の上に、蒸気 13v が堆積物を形成する。センサ 301 は、ハウジング 130H の内部にシール 327 を有するスピンドル 321 を介して回転することができる。スピンドル 321 は回転体 325 に取り付けられている。センサ 301 は、ここではクリスタル質量センサとして示すが、蒸着材料の質量に対応する信号を、リード線 410 を介して蒸着速度モニタ 420 の入力端子 416 に提供する。蒸着速度モニタを調整することにより、センサ 301 の上に蒸着する有機正孔輸送材料の蒸着速度を選定することができる。選定された蒸着速度に対応する信号を該蒸着速度モニタの出力端子 422 に提供し、そしてリード線 424 を介してコントローラ又は増幅器 430 の入力端子 426 に印加する。リード線 434 は、コントローラ 430 の出力端子 432 をソース電源 440 の入力端子 436 に接続する。

【0033】ソース電源 440 の一つの出力端子 444 がリード線 445 を介してフィードスルー 446 に接続され、そして別の出力端子 447 がリード線 448 を介してフィードスルー 449 に接続されている。ランプリード線 251a、252a 及び 253a（図 5 及び図 6 参照）はフィードスルー 449 に接続され、そしてランプリード線 251b、252b 及び 253b はフィードスルー 446 に接続されているように図示されている。

【0034】図面を明瞭化するため、ヒートランプ 25

1, 252 及び 253 を並列接続において示してある。  
該ヒートランプを直列に電気接続してもよいことは認識される。

【0035】蒸着速度モニタ 420 を調整して特定の蒸着速度を提供することにより、ソース電源 440 が対応する電力をヒートランプへ提供し、ひいては管状蒸着源 210 のキャビティ 212 (図 6 参照) における有機正孔輸送材料 13a を該キャビティ内で気化させ、かつ、  
ライン状開口部 214 を通って蒸気 13v として該キャビティを出ていかにせることにより、該特定の蒸着速度でセンサ 301 の上に蒸着堆積物を形成させる。

【0036】センサ 301 は、該センサを、回転式センサ支持体 320 によって、破線で示した洗浄位置 303 にまで回転させることにより洗浄することができる。洗浄位置 303 はシールド 329 によって蒸気 13v から遮蔽されている。洗浄、すなわちセンサ 301 の上に形成された有機材料の全部又は一部を除去することは、洗浄放射線装置 390R から、1 又は 2 以上のレンズ 392L、ハウジング 130H に配置された放射線透過性窓 392W 及びミラー 392M を介して、洗浄位置にあるセンサに向けられた放射線によって提供される。

【0037】センサ 301 の上に蒸気 13v が凝縮することによる有機材料の質量変化として測定された蒸着速度が所望の値を達成したら、蒸着源アセンブリ 200 を、「留置」位置 (図 8 中「I」) から前進方向「F」で中間位置 (図 8 中「II」) を通過して、そして破線で示したが、基板 11B の縁部 (図 7 及び図 8 中、当該基板の左側に示した縁部) を越えた位置にある最終又は末端位置 (図 8 中「III」) まで、基板 11B に関して線形移動させる。

【0038】次いで、蒸着源アセンブリ 200 を、位置「III」から逆方向「R」で中間位置を通過して線形移動、並進又は走査させて「留置」位置「I」へ戻し、そこで先に調整し制御した蒸着速度を検証し、必要があれば再調整することができる。

【0039】蒸着源アセンブリ 200 の基板に関する線形前進 (F) 及び逆 (R) 移動は、グライドブラケット 260 に形成されたねじ込みボア 262 にかみ合い係合する親ネジ 282 によって提供される。グライドブラケット 260 はヒートシールド 240 に取り付けられており、そしてグライド支持体 270 に形成された溝 270G とスライド可能に係合するタング 260T (図 9 及び図 12 参照) を有する。グライド支持体 270 は、例示目的につき、ハウジング 130 の内壁に取り付けられているように図示されている。

【0040】親ネジ 282 は、ハウジング 130H をシャフトシール 287 を介して貫通して親ネジシャフト 281 を回転させるためのモータ 280 にまで延びる親ネジシャフト 281 を含む。モータ 280 の回転の前進方向「F」及び逆方向「R」は、該モータの前進回転

「F」又は逆回転「R」を作動させ、そしてチャンバ 130C の内部で管状蒸着源アセンブリ 200 の対応する前進及び逆線形移動を提供するために入力端子 284 において信号を提供するスイッチ 285 によって選択することができる。図 8 では、洗浄放射線装置 390R、蒸着速度モニタ 420 並びにコントローラ 430 及びソース電源 440 は省略されている。

【0041】ライン状開口部 214 は、基板 11B (又は基板 A もしくは構造体 11) から所定距離 D (その好適な範囲は 2~10cm である) だけ隔離されていることにより、蒸着源アセンブリ 200 を該基板に関して前方「F」並進させた後に該基板上に有機正孔輸送材料の均一な層 13f が形成され、さらに、該蒸着源アセンブリを逆方向「R」線形移動、並進又は走査して「留置」位置に戻した後は該基板上に完成した有機正孔輸送層 13 (図 1 参照) が形成される。

【0042】図 8 に略示したように、ライン状開口部 214 の長さ寸法 L は、(図面の明瞭化を図るためホルダ 131 及びフレームマスク 131FM を省略して図示した) 基板 11B の幅寸法 S4 よりも大きいため、該基板の幅寸法 S4 の全体にわたり均一な層厚の層又は堆積物 13f 及び完成層 13 を確実に形成することができる。さらに、蒸着源アセンブリ 200 の「留置」位置 I におけるライン状開口部 214 は、その位置では該基板が有機蒸着物を受容しないよう基板 11B の右縁部の十分右側に位置し、また該ライン状開口部は、該基板に関するアセンブリ 200 の逆線形移動「R」の作動直前に有機正孔輸送材料の部分堆積物を該基板が受容し続けるように該蒸着源アセンブリの移動の末端又は最終位置 III における基板の左縁部の左側に位置する。

【0043】図面には示していないが、管状熱物理蒸着源アセンブリと基板又は構造体との間の相対移動は、配置固定した蒸着源アセンブリ 200 に関してホルダ 131 の内部でフレームマスク 131FM を線形移動させることによって提供することができる。この場合、該アセンブリは、図 7 及び図 8 に示した蒸着源配置方向に対して 90° 回転させることになる。

【0044】図 9 は、図 2 の HTL 蒸着ステーション 130 において動作中のものとして示した、図 5 の蒸着源アセンブリ 200 を示す略縦断面図である。1 本だけのヒートランプ 252 が示されており、ランプリード線 252a 及び 252b は、それぞれフィードスルー 449 及び 446 を介してソース電源 440 に接続されている。

【0045】グライドブラケット 260 は、ヒートシールド 240 に取り付けられており、そして (図 7 及び図 8 の親ネジ 282 と係合させるための) ねじ込みボア 262 を有し、さらにタング 260T を含む。タング 260T は、グライド支持体 270 に形成された溝 270G とスライド可能に係合する。

【0046】ヒートランプ (図 6 に示した 251、25



2及び253)は、キャビティ212に配置した有機正孔輸送材料13aが昇華又は蒸発により気化して蒸気13bがキャビティ212全体に均一に展開又は分布するように管状蒸着源210を加熱するに十分な電力をソース電源440から受ける。これは、有機正孔輸送材料13aの蒸気圧 $P_{13a}$ がチャンバ130C内の減圧 $P_c$ よりも有意に高いために達成される。例えば、該チャンバ内の圧力 $P_c$ は $10^{-5}$  Torrにまで低下させることができるが、該有機材料の蒸気圧 $P_{13a}$ は温度約300℃で約 $10^{-2}$  Torrであることができ、キャビティ212の内部で広がる。

【0047】キャビティ内の蒸気13bの圧力は、圧力 $P_c$ で維持されたチャンバ130Cにキャビティ212の開口部214から出ていく蒸気13vの束によって決まる平衡値に達する。

【0048】ライン状開口部214から距離Dのところにおいて、蒸着ゾーンDZは長さ寸法 $L_{DZ}$ と幅寸法 $W_{DZ}$ により画定することができる。蒸着ゾーンDZの平面内では、蒸気13vの束は実質的に均一であり、そして基板又は構造体は該蒸着ゾーンの内部に配置されることが好ましい。

【0049】図10に、管状熱物理蒸着源アセンブリ500の略分解透視図を示す。長方形管状蒸着源510は、キャビティ512に配置された有機正孔輸送材料13aを気化させ、ライン状開口部514を通して該キャビティから出てくる蒸気を提供するため、ヒートランプ551、552及び553によって加熱することができる(図10ではエンドキャップを省略してある)。この管状蒸着源の高さ寸法Hを図10に示す。

【0050】ヒートシールド540は、ヒートシールド540の外表面の少なくとも一部の上に配置されたヒートシールド冷却コイル548を含む。ヒートシールド冷却コイル548を使用して、ヒートシールド540を管状蒸着源500の動作中比較的低温のまま維持できるように該コイル内に冷却流体又は冷却ガスを流すことができる。

【0051】アセンブリ500の同類部品に付けた符号は、上述したアセンブリ200の部品の符号と対応させてある。例えば、ヒートランプ551～553は図5、6のヒートランプ251～253に対応し、ヒートシールド540の熱反射性表面542は図5、6のヒートシールド240の熱反射性表面242に対応する。

【0052】図11(A)、(B)は、管状熱物理蒸着源アセンブリ600において管状蒸着源610が螺旋形加熱要素655(A)又は蛇行形加熱要素656(B)により加熱することができる態様を示す略上面図である。

【0053】これらの態様において、管状蒸着源610は、比較的伝熱性が高く、かつ、実質的に電気絶縁性である材料で構成されている。管状蒸着源610の外表面

の周囲に配置された加熱要素により加熱できるキャビティ612を有する管状蒸着源610を構築する上で有用な材料は窒化ホウ素(BN)である。加熱要素リード線655a及び655bは螺旋形加熱要素655から延在し、また加熱要素リード線656a及び656bは蛇行形加熱要素656から延在する。

【0054】アセンブリ600の同類部品に付けた符号は、上述したアセンブリ200の部品の符号と対応させてある。例えば、開口部614は、図5、6を参照して説明した開口部214に対応する。

【0055】図12に、管状熱物理蒸着源アセンブリ700の略縦断面図を示す。フィラメント757Fを有するヒートランプ757は、キャビティ712の内部に、管状蒸着源710の開口部714に向いた方向において中心線CLより上方の位置に配置されている。ヒートランプ757は、管状蒸着源710の両軸端を封止するためのエンドキャップとしても機能するヒートシールド支持体732、734によって支持されている。ランプリード線757a及び757bはヒートランプ757から延びている。キャビティシール758を取り外すことにより、必要な時にキャビティ内の有機正孔輸送材料13aを補充するためのキャビティ712へのアクセスを提供することができる。ヒートシールド740に取り付けられたグライドブラケット760は、ここではZ形タンク760Tを具備したものと図示されている。

【0056】アセンブリ700の同類部品に付けた符号は、上述したアセンブリ200の部品の符号と対応させてある。例えば、開口部714は、図5、6を参照して説明したアセンブリ200の開口部214に対応する。

【0057】図13に、熱物理蒸着源アセンブリ800において、管状蒸着源810Jを、これを直接加熱(ジュール加熱)するために、比較的導電性の低い材料、例えば、タンタルやモリブデンで構成した態様の略縦断面図を示す。

【0058】導電性エンドキャップ859A及び859Bは、管状蒸着源810Jの両軸端と電気接続されている。エンドキャップリード線859a及び859bは、エンドキャップコネクタ859cにより対応するエンドキャップに接続されている。これらのリード線はソース電源(図示なし)に接続されている。キャビティシール858は、エンドキャップ859Bに配置されているように示され、そして必要な時にキャビティ812へのアクセスを提供する。

【0059】アセンブリ800の同類部品に付けた符号は、上述したアセンブリ200の部品の符号と対応させてある。例えば、ヒートシールド支持体832及び834は、図5、6を参照して説明したアセンブリ200のヒートシールド支持体232及び234に対応する。

【0060】図14(A)～(C)は、基板又は構造体を横断する厚さプロフィールと、管状蒸着源の該基板又

10

20

30

40

50

は構造体からの間隔との間の関係を略示する。図 14 (A) は間隔  $D1$  を示す。図 14 (B) は間隔  $2 \times D1$  を示す。図 14 (C) は、間隔  $D1$ 、 $2 \times D1$  及び  $0.5 \times D1$  (図 14 (A)、(B) には図示なし) の場合の完成した有機正孔輸送層 13 の構造体を横断する厚さプロファイルを示す。

【0061】図 14 (A)、(B) では、チャンバ 130C を画定するハウジング 130H (図 7, 8, 9 参照) 並びに管状蒸着源 210 を加熱するための手段は省略してある。基板又は構造体 11 は、それぞれ図 4

(A) 及び (B) の基板の幅寸法に対応する寸法  $S2$  又は  $S4$  を有するものとして図示されている。

【0062】図 14 (A) 及び (B) に示した基板に関する管状蒸着源 210 及び開口部 214 の構成は、図 8 及び図 9 に示した構成と同様である。

【0063】図 14 (A) 及び (B) において、開口部 214 の直径  $d$ 、開口部間の中心間隔又はピッチ  $l$ 、及びライン状開口部の長さ寸法  $L$  は同等であり、 $L > S2$  ( $S4$ ) である。

【0064】基板又は構造体 11 の上に形成される有機正孔輸送層 13f は該基板又は構造体の中心部分上で厚さ  $t(f)$  を有する。厚さ  $t(f)$  は構造体 11 の中心部から縁部にかけて減少する。これは、ライン状開口部の端部付近から発散されてくる蒸気流 13v が、構造体 11 に向かう均一な蒸気束を提供することに寄与しないからである。

【0065】例示目的につき、層 13f の厚さが縁部に向けて減少することを誇張してきた。しかしながら、間隔  $D1$  で形成した層 13f (図 14A) と間隔  $2 \times D1$  で形成した層 13f (図 14B) とを比較することにより、蒸着源と基板との間隔が大きくなればなるほど、形成される層 13f の中心部厚  $t(f)$  はより制限され、したがって、基板又は構造体 11 の縁部へ向かう厚さの減少は一層顕著となることは明白である。

【0066】この効果を図 14 (C) にまとめる。本図は、開口部 214 と構造体 11 との間隔を 3 種類に分けて調製した有機正孔輸送層完成体 13 の (正規化された厚さで示した) 厚さプロファイルを示すものである。

【0067】図 15 (A) 及び (B) は、蒸着した有機層の厚さの均一性が構造体を差し渡して改良されるように、管状蒸着源 210A (図 15A) 及び 210B (図 15B) のキャビティ 212 の内部に延在する開口部 214 を、長さ寸法  $L1$  を有するライン状開口部の端部付近で改変した管状蒸着源の簡素化モデルを示す上面図である。

【0068】図 15 (A) では、すべての開口部 214 が直径  $d$  を有する。蒸着源 210A の中心部では、開口部の中心間隔は  $l$  である。該ライン状開口部の末端部に近づくにつれ、開口部の中心間隔は漸進的に狭くなる。例えば、間隔  $l$  は間隔  $l1$  より大きく、間隔  $l1$  は  $l2$

より大きく、そして  $l2$  は  $l3$  より大きい。

【0069】開口部 214 をこのように構成したことにより、該ライン状開口部の末端部付近での蒸気 13v の蒸気束が増大し、そして、該ライン状開口部の長さ寸法  $L1$  は、図 14 (A) 及び (B) で示した長さ寸法  $L$  よりも、構造体の寸法  $S2$  ( $S4$ ) に近づけることができる。このように、蒸着源 210A の開口部 214 の当該構成により、構造体を差し渡す有機層の厚さの均一性が改良される。

【0070】図 15 (B) では、管状蒸着源 210B のすべての開口部 214 が中心間隔  $l$  を有する。該ライン状開口部の中心部では、開口部の直径は  $d1$  である。該ライン状開口部の末端部に近づくにつれ、開口部の直径が漸進的に増大する。例えば、これら開口部の直径  $d1$  は直径  $d2$  よりも小さく、 $d2$  は  $d3$  よりも小さい。

【0071】開口部をこのように構成したことにより、該末端部付近での蒸気 13v の蒸気束が増大し、そして、該長さ寸法  $L1$  は、図 14 (A) 及び (B) で示したライン状開口部の長さ寸法  $L$  よりも、構造体の寸法  $S2$  ( $S4$ ) に近づけることができる。このように、開口部の当該構成により、構造体を差し渡す有機層の厚さの均一性が改良される。

【0072】図 16 (A) ~ (F) に、本発明を実施する上で有用な管状蒸着源の各種設計を示す部分透視図を示す。図 16 (A) は、円形横断面を有し、かつ、キャビティ 912A と、該キャビティの中に延在するライン状開口部 914A とを含む管状蒸着源 910A を示す。図 16 (B) は、水平楕円形横断面を有し、かつ、キャビティ 912B と、該キャビティの中に延在するライン状開口部 914B とを含む管状蒸着源 910B を示す。図 16 (C) は、垂直楕円形横断面を有し、かつ、キャビティ 912C と、該キャビティの中に延在するライン状開口部 914C とを含む管状蒸着源 910C を示す。図 16 (D) は、正方形横断面を有し、かつ、キャビティ 912D と、該キャビティの中に延在するライン状開口部 914D とを含む管状蒸着源 910D を示す。図 16 (E) は、垂直長方形横断面を有し、かつ、キャビティ 912E と、該キャビティの中に延在するライン状開口部 914E とを含む管状蒸着源 910E を示す。図 16 (F) は、六角形横断面を有し、かつ、キャビティ 912F と、該キャビティの中に延在するライン状開口部 914F とを含む管状蒸着源 910F を示す。

【0073】管状熱物理蒸着源アセンブリの態様を、図 2 に示した OLED 装置の蒸着ステーション 130、140 及び 150 の各々に組み込むことにより、対応する有機層を構造体の上に提供することができることは認識される。

【0074】

【発明の効果】本発明の特徴は、有機層を受容することとなる基板又は構造体の寸法との関係で当該管状蒸着源

の比例的拡大・縮小を容易に行える点にある。本発明の別の特徴は、有機材料を有効に蒸着するために管状蒸着源を容易に加熱できる点にある。本発明のさらに別の特徴は、管状蒸着源を、基板又は構造体との間隔を比較的狭くして配置することができるため、該基板又は構造体に有機層を蒸着させる際の有機材料の浪費を削減することができる点にある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】各種層を示すため要素の一部を剥ぎ取ったパッシブ型有機発光デバイスを示す略透視図である。

【図 2】比較的多数の有機発光デバイス(OLED)を製造するのに適した装置であって複数のステーションがハブから延在しているものを示す略透視図である。

【図 3】比較的多数の基板又は構造体を含むキャリアであって、図 2 の分断線 3-3 が示す図 2 の装置の装填ステーションに配置されるものを示す略断面図である。

【図 4】(A) は単一 OLED デバイス基板を示す略平面図であり、(B) は多重デバイス基板を示す略平面図である。

【図 5】本発明の一側面による、ヒートランプで加熱することができるシリンダ形管状蒸着源を含む管状熱物理蒸着源アセンブリの一態様を示す部分断面上面図である。

【図 6】図 5 の分断線 6-6 に沿って切り取られた該アセンブリの略断面図である。

【図 7】図 2 の分断線 7-7 が示す図 2 の装置において基板又は構造体上に蒸着有機正孔輸送層(HTL)を形成するための蒸着ステーションを示す略断面図であって、該基板又は構造体の上に均一に蒸着された有機正孔輸送層を提供するために親ネジによって移動する図 5 のアセンブリの略断面図を示すものである。

【図 8】本発明の一側面による、図 2 の HTL 蒸着ステーションの一部を示す略上面図であって、蒸着をセンサーで監視する留置位置を起点に図 5 のアセンブリを前後に移動させることを示すものである。

【図 9】本発明の一側面による、図 2 の HTL 蒸着ステーションにおいて作動可能な図 5 のアセンブリの長手方向略断面図であって、管状蒸着源のキャビティ内部の有機正孔輸送材料の蒸気と、該蒸着源からライン状開口部を通して出てくることにより蒸着ゾーンを画定することを示すものである。

【図 10】本発明の一側面による、外表面に冷却コイルを有する遮熱材及びヒートランプにより加熱することができる長方形管状蒸着源を含む管状熱物理蒸着源アセンブリの別の態様を示す略分解透視図である。

【図 11】本発明の一側面による、管状蒸着源を加熱要素により加熱することができる管状熱物理蒸着源アセンブリの別の態様を示す略上面図であって、(A) は螺旋形加熱要素を示し、そして (B) は蛇状加熱要素を示す

ものである。

【図 12】本発明の一側面による、管状蒸着源のキャビティが該キャビティ内に配置されたヒートランプによって加熱されることができる管状熱物理蒸着源アセンブリの別の態様を示す長手方向略断面図である。

【図 13】本発明の一側面による、管状蒸着源をその一端から他端へ電流を流すことにより直接加熱することができる管状熱物理蒸着源アセンブリの別の態様を示す長手方向略断面図である。

【図 14】(A) ~ (C) は、基板又は構造体を横断する厚さプロフィールと、管状蒸着源と該基板又は構造体との間隔との関係を略示し、特に、(A) は間隔 D1 を示し、(B) は間隔  $2 \times D1$  を示し、そして (C) は、蒸着の際の管状蒸着源と構造体との間の 3 通りの間隔について該構造体を横断する有機正孔輸送層完成体の厚さプロフィールを示す。

【図 15】本発明の一側面による、管状蒸着源の簡略化モデルであって、蒸着源のキャビティ内に延在する開口部をライン状開口部の末端部分付近で改変することにより構造体を横断する蒸着有機層の厚さの均一性を改良したものを示す上面図であり、特に、(A) は、ライン状開口部に沿って一定の直径を有し、かつ、該ライン状開口部の末端部分付近の開口部間の中心間距離を漸次短くした開口部を示し、そして (B) は、ライン状開口部に沿って開口部間の中心間距離を一定とし、かつ、該ライン状開口部の末端部分付近の開口部の直径を漸次大きくした開口部を示す。

【図 16】本発明を実施する上で有用な管状蒸着源の各種設計を示す部分透視図であり、特に、(A) は円形横断面を有する管状蒸着源を示し、(B) は水平楕円形横断面を有する管状蒸着源を示し、(C) は垂直楕円形横断面を有する管状蒸着源を示し、(D) は正方形横断面を有する管状蒸着源を示し、(E) は垂直長方形横断面を有する管状蒸着源を示し、そして (F) は六角形横断面を有する管状蒸着源を示す。

【符号の説明】

1 0 …パッシブ型有機発光デバイス

1 1 …透光性基板又は構造体

1 2 …アノード

1 3 …有機正孔輸送層(HTL)

1 3 v …蒸気

1 4 …有機発光層(LEL)

1 5 …有機電子輸送層(ETL)

1 6 …カソード

1 8 …封入体

1 0 0 …有機発光デバイス製造システム

1 0 2 …緩衝ハブ

1 0 4 …移送ハブ

1 0 6 …真空ポンプ

1 0 8 …圧力ゲージ

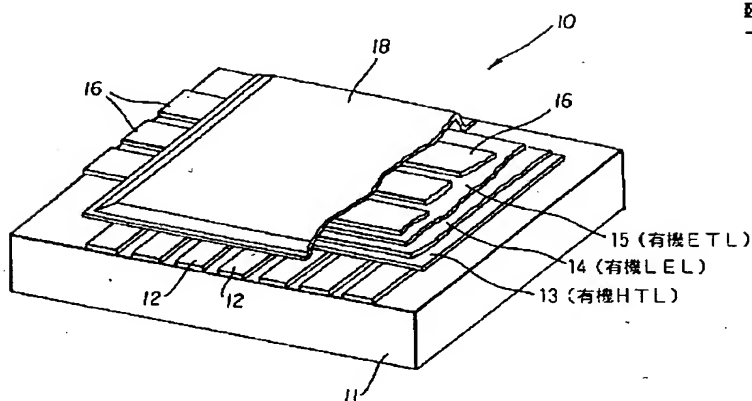
17

18

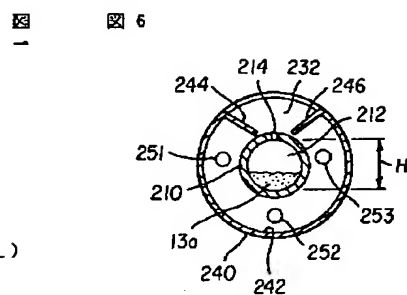
110…装填ステーション  
 111…キャリア  
 130…有機正孔輸送層蒸着ステーション  
 131…ホルダ  
 140…有機発光層蒸着ステーション  
 150…有機電子輸送層蒸着ステーション  
 160…カソード蒸着ステーション  
 170…保存ステーション  
 180…封入ステーション  
 200…管状熱物理蒸着源アセンブリ

210…管状蒸着源  
 212…キャビティ  
 214…ライン状開口部  
 240…ヒートシールド  
 251、252、253…ヒートランプ  
 260…グライドブラケット  
 270…グライド支持体  
 280…モータ  
 301…センサ

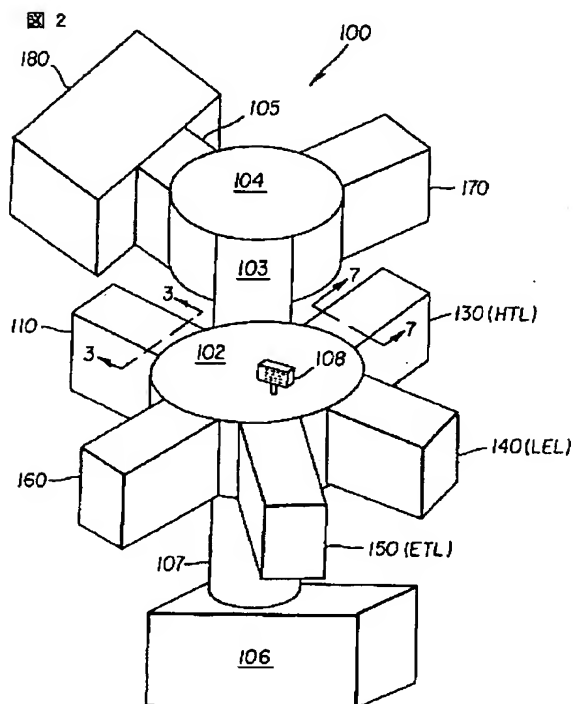
【図1】



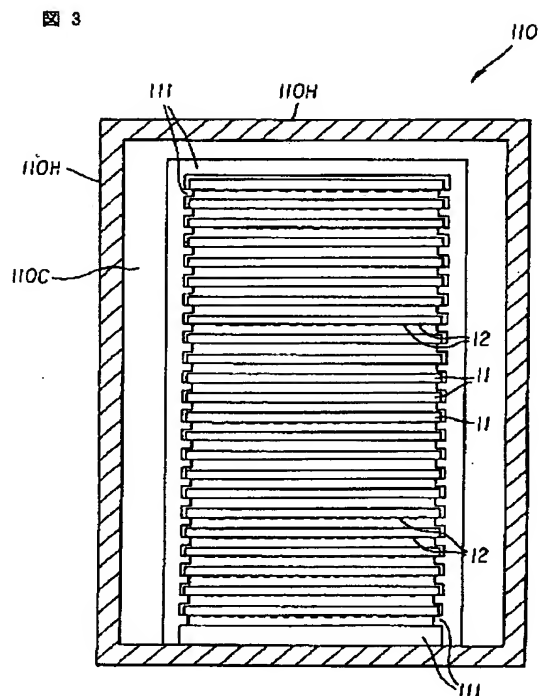
【図6】



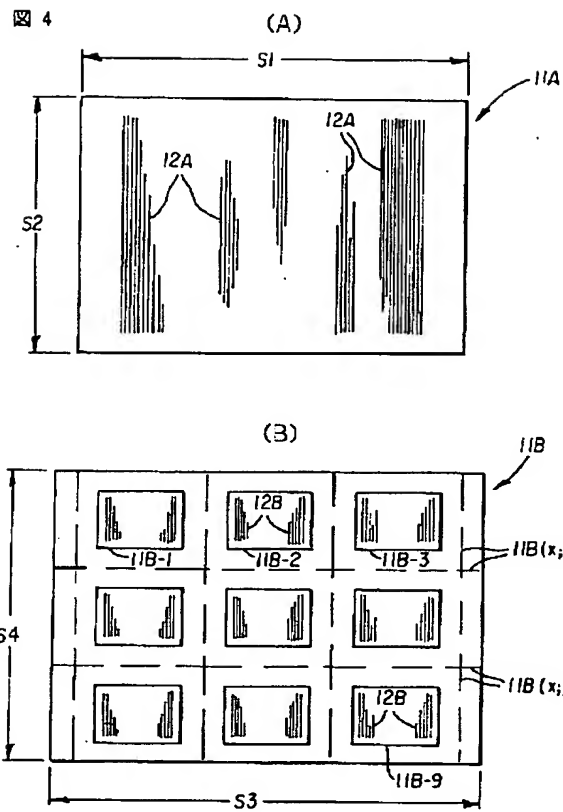
【図2】



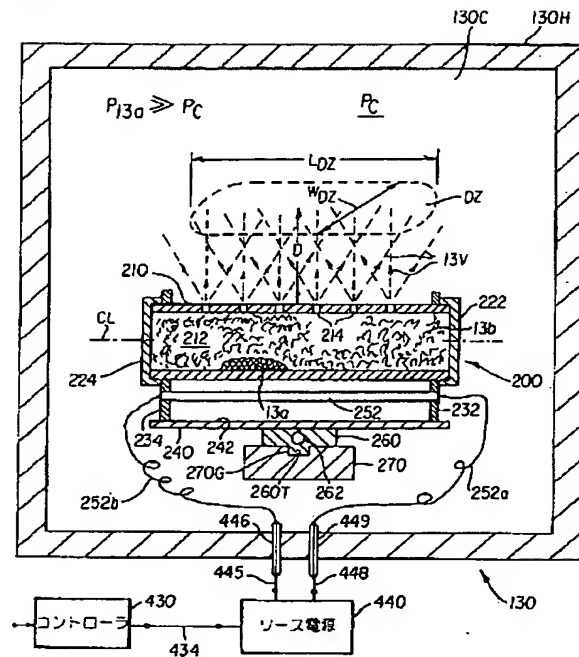
【図3】



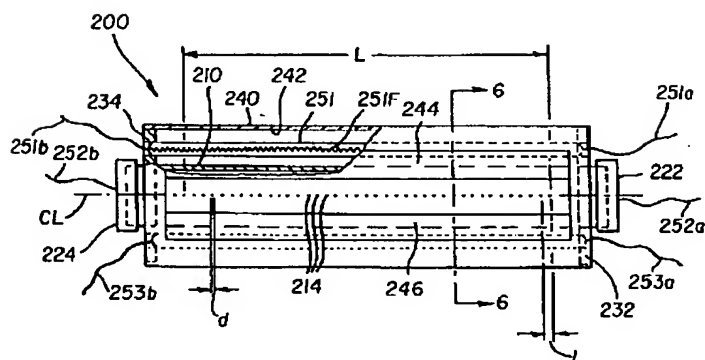
【図 4】



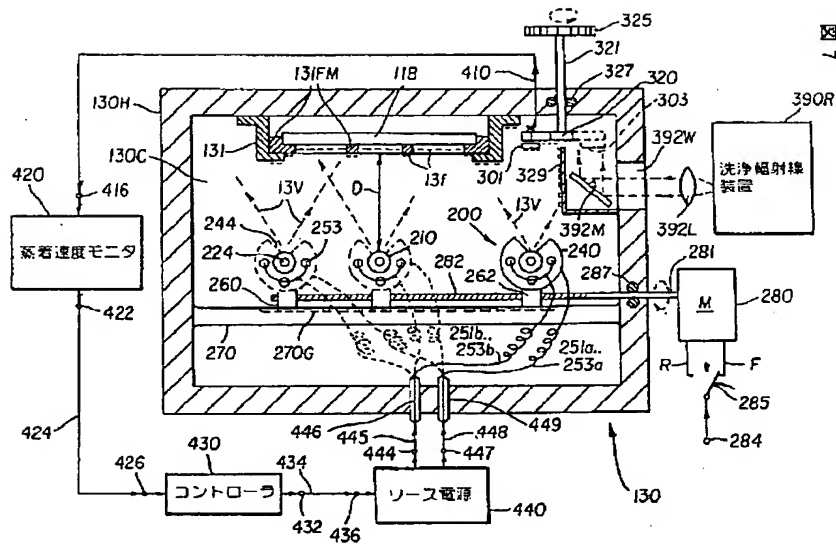
【図 9】



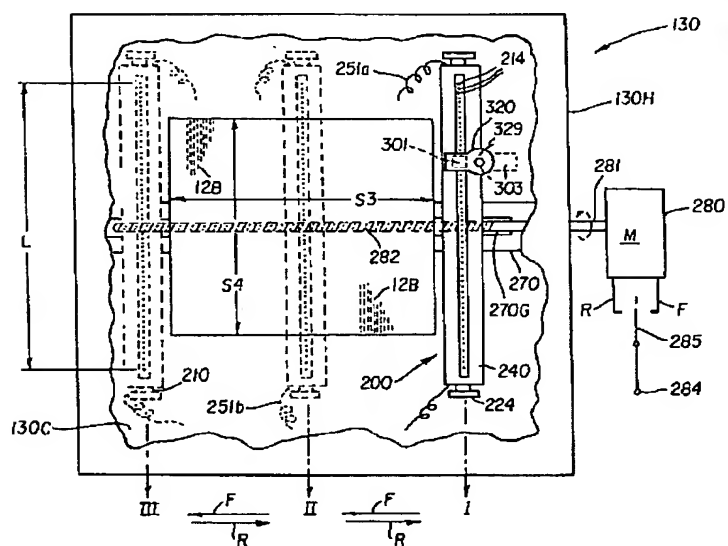
【図 5】



四

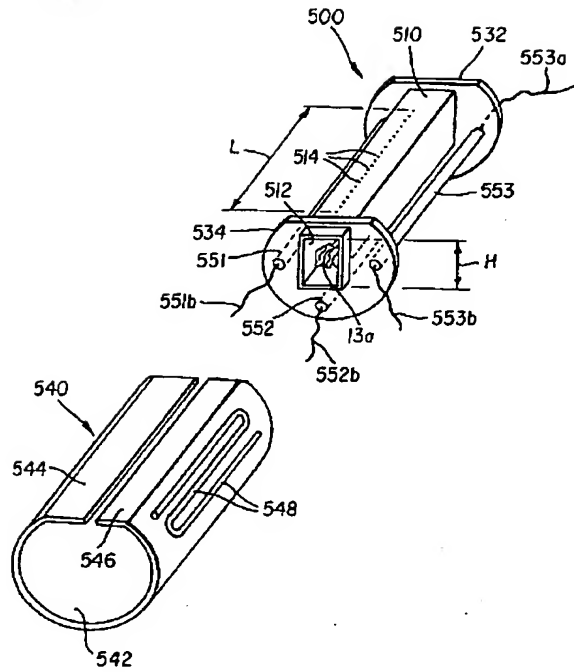


IX



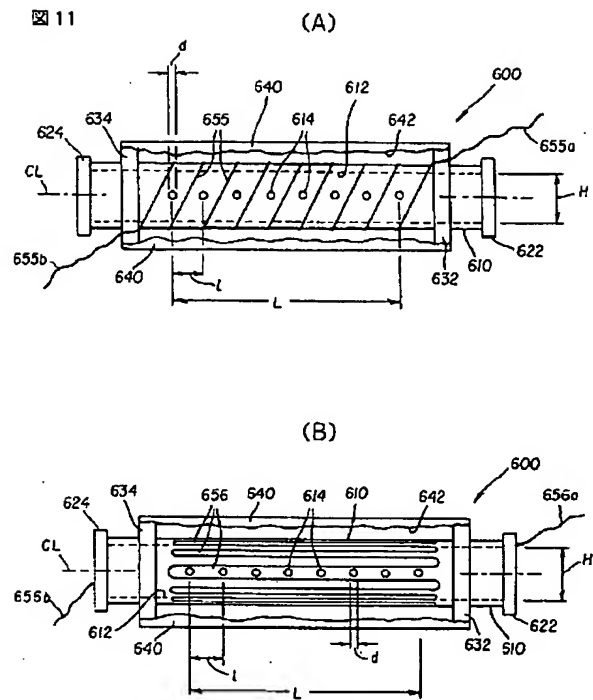
【図 10】

図 10



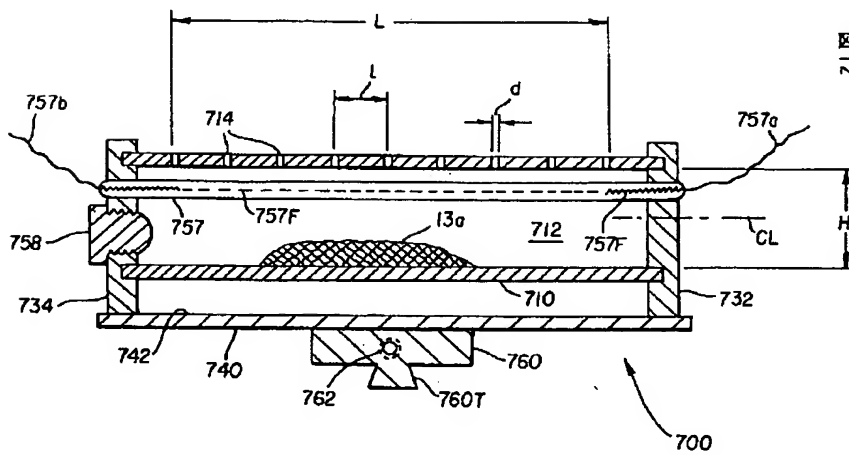
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



【図13】

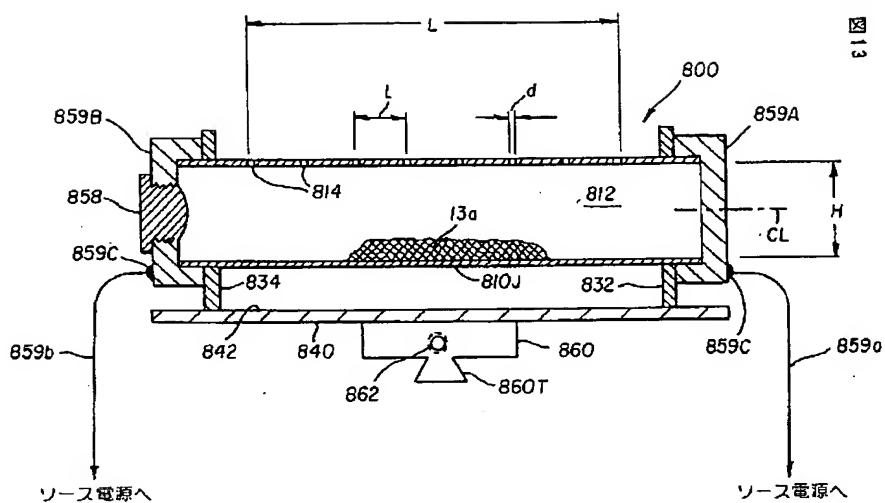
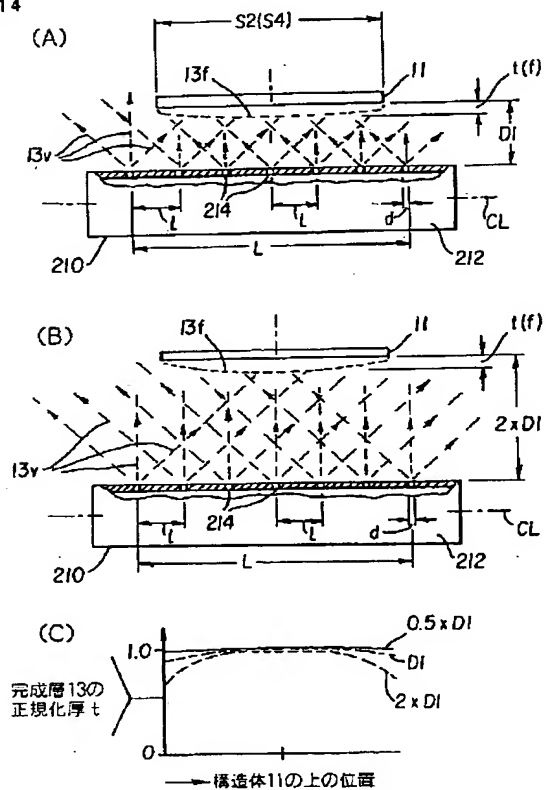


図13

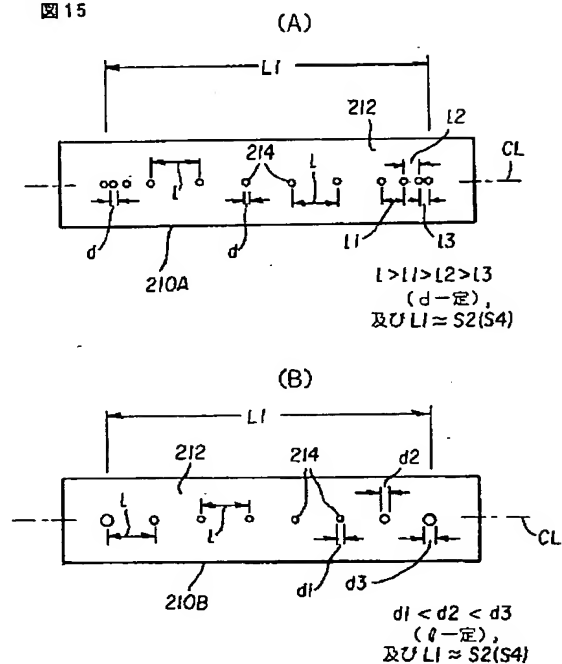
【図14】

図14



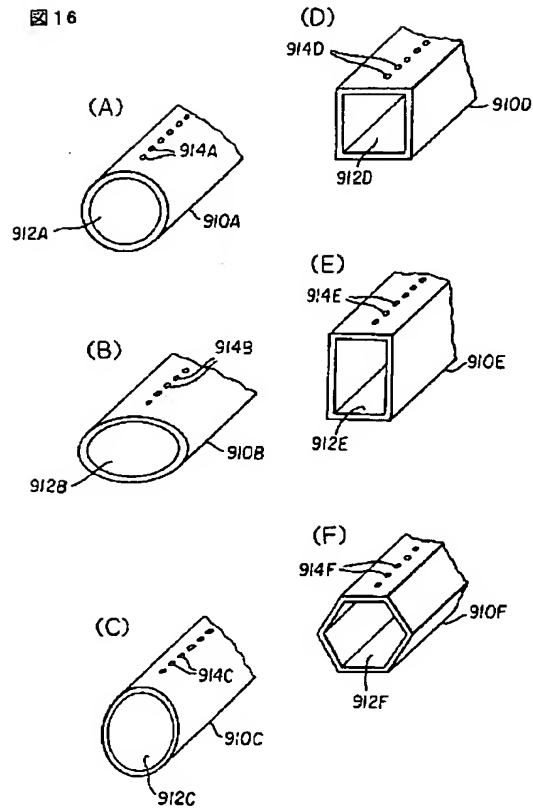
【図15】

図15





【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョエル ディー ショア  
 アメリカ合衆国, ニューヨーク 14607,  
 ロチェスター, オックスフォード ストリ  
 ート 242

(72)発明者 アンジェロ ジー ビグナタ  
 アメリカ合衆国, ニューヨーク 14622,  
 ロチェスター, ボークハート アベニュー  
 481

Fターム(参考) 3K007 AB18 DB03 FA01  
 4K029 BA62 BD00 CA01 DB12 DB14  
 DB18 EA01 EA02

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**